

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-161605

**(43) Dat of publication of application : 23.06.1995**

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

(21)Application number : 05-303720

(71)Applicant : FUJITSU LTD

(22)Date of filing : 03.12.1993

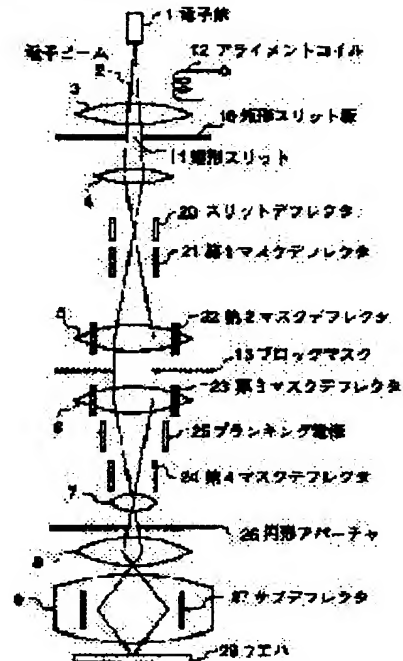
(72)Inventor : KOBAYASHI KATSUHIKO  
DAIKYO YOSHIHISA

**(54) CHARGED PARTICLE BEAM EXPOSURE AND UNIT AND TRANSMISSION MASK PLATE**

**(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To manufacture an integrated circuit with higher pattern accuracy by a method wherein the dispersion value of the current density of a charged particle beam passing through a rectangular slit is calculated, and the position of the optical axis of the charged particle beam for the rectangular slit is adjusted by a deflection means so that the dispersion value is a minimum value.

CONSTITUTION: The electron beam 2 shaped into a rectangular form by a rectangular slit 11 is deflected by first and second mask deflector 21, 22. The current value of the electron beam 2 on a wafer 28 is measured in each positional relation to calculate the dispersion value  $\alpha$ ; of the current value of a sample. It can be considered that the lower the dispersion value  $\sigma$ ; of the current value of the sample is, the higher the uniformity of the current density of the electron beam 2 passing through the rectangular slit 11 is. Thus, the current value of the current to be fed to an alignment coil 12 is adjusted so that the current density uniformity parameter  $\sigma$ ; is small.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

20.04.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-161605

(43)公開日 平成7年(1995)6月23日

(51)Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	序内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/027		8831-4M	H 0 1 L 21/ 30	5 4 1 E
		8831-4M		5 4 1 H

審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平5-303720

(22)出願日 平成5年(1993)12月3日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(72)発明者 小林 克彦

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72)発明者 大饗 義久

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 平戸 哲夫

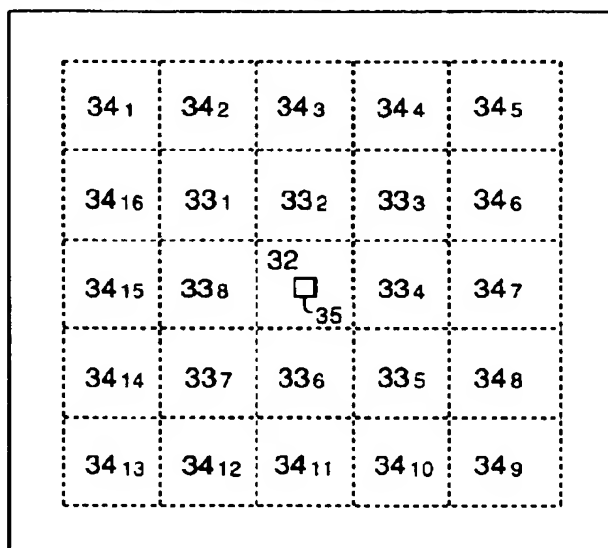
(54)【発明の名称】 荷電粒子ビーム露光方法及び装置並びに透過マスク板

(57)【要約】

【目的】電子ビーム露光方法に関し、露光対象物に精度の高いパターンを形成することができ、これを、例えば、集積回路の製造工程に使用する場合には、パターン精度の高い集積回路を製造することができるようにする。

【構成】ブロック32の中央部に形状を小とする矩形の電流測定用のブロックパターン35を形成し、このブロックパターン35を利用し、矩形スリットを通過する電子ビームの電流密度分布を計測し、矩形スリットを通過する電子ビームの電流密度分布を均一又は略均一とする。

本発明の一実施例である電子ビーム露光方法を実行するために用意するブロックマスク



## 1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】荷電粒子ビーム発生源から発生された荷電粒子ビームを矩形スリット板に形成されている矩形スリットによって矩形に整形した後、この矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームを透過マスク板に形成されている透過パターンによって所望の形状に整形し、この透過パターンによって所望の形状に整形された荷電粒子ビームにより露光対象物に対する露光を行う荷電粒子ビーム露光方法において、電流測定用小透過パターンが形成されてなる透過マスク板を所定の位置に配置し、前記矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームの前記電流測定用小透過パターンに対する種々の照射位置における試料面上での電流値を測定することにより、前記矩形スリットを通過する荷電粒子ビームの電流密度の分散値を算出し、前記荷電粒子ビーム発生源と前記矩形スリット板との間に設けられた偏向手段によって、前記分散値が最小値となるように前記荷電粒子ビーム発生源から発生された荷電粒子ビームの前記矩形スリットに対する光軸の位置を調整して前記露光対象物に対する露光を行うことを特徴とする荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項2】荷電粒子ビーム発生源から発生された荷電粒子ビームを矩形スリット板に形成されている矩形スリットによって矩形に整形した後、この矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームを透過マスク板に形成されている透過パターンによって所望の形状に整形し、この透過パターンによって所望の形状に整形された荷電粒子ビームにより露光対象物に対する露光を行う荷電粒子ビーム露光方法において、電流測定用小透過パターンが形成されてなる透過マスク板を所定の位置に配置し、前記矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームの前記電流測定用小透過パターンに対する種々の照射位置における試料面上での電流値を測定することにより、前記矩形スリットを通過する荷電粒子ビームの電流密度の分散値を算出し、前記荷電粒子ビーム発生源と前記矩形スリット板との間に設けられた偏向手段によって、前記分散値が最小値となるように前記荷電粒子ビーム発生源から発生された荷電粒子ビームの前記矩形スリットに対する光軸の位置を調整する工程と、前記透過パターン板に形成されている透過パターンの形状の一部分を選択するために設けられている偏向手段による前記矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームの走査方向が前記露光対象物に対して所定の方

## 2

る荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項3】前記電流測定用小透過パターンが形成されてなる透過マスク板は、一の透過パターン形成領域に前記電流測定用小透過パターンが形成されていると共に、前記電流測定用小透過パターンが形成されている透過パターン形成領域の隣接する周辺の透過パターン形成領域には透過パターンが形成されていないことを特徴とする請求項1又は2記載の荷電粒子ビーム露光方法。

10 【請求項4】前記電流測定用小透過パターンは、矩形のパターンであることを特徴とする請求項1、2又は3記載の荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項5】前記矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームの前記電流測定用小透過パターンに対する種々の照射位置における試料面上での電流値の測定を行う場合における前記矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームを前記電流測定用小透過パターンに対して種々の照射位置に可変する制御は、前記矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームを前記透過パターン板に形成されている透過パターンを選択するために設けられている偏向手段による偏向により行われることを特徴とする請求項1、2、3又は4記載の荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項6】前記矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームの前記電流測定用小透過パターンに対する種々の照射位置における試料面上での電流値の測定を行う場合における前記矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームを前記電流測定用小透過パターンに対して種々の照射位置に可変する制御は、前記矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームを前記透過パターン板に形成されている透過パターンの形状の一部分を選択するために設けられている偏向手段による偏向により行われることを特徴とする請求項1、2、3又は4記載の荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項7】前記矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームの前記電流測定用小透過パターンに対する種々の照射位置における試料面上での電流値の測定を行う場合における前記矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームを前記電流測定用小透過パターンに対して種々の照射位置に可変する制御は、前記透過パターン板を移動させることにより行われることを特徴とする請求項1、2、3又は4記載の荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項8】前記透過パターン板に形成されている透過パターンの形状の一部分を選択するために設けられている偏向手段による前記矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームの走査方向が前記露光対象物に対して所定の方

50

## 3

電粒子ビームを、前記電流測定用小透過パターンの周囲を走査するように偏向させることにより、試料面上での電流密度マップを作成し、この電流密度マップにより得られる電流密度曲線の形状から、前記矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームの前記電流測定用小透過パターンに対する走査方向を検出することによって行われることを特徴とする請求項2、3、4、5、6又は7記載の荷電粒子ビーム露光方法。

【請求項9】荷電粒子ビーム発生源から発生された荷電粒子ビームを矩形スリット板に形成されている矩形スリットによって矩形に整形した後、この矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームを透過マスク板に形成されている透過パターンによって所望の形状に整形し、この透過パターンによって所望の形状に整形された荷電粒子ビームにより露光対象物に対する露光を行うことができるようにされた荷電粒子ビーム露光装置において、一の透過パターン形成領域に電流測定用小透過パターンが形成されていると共に、この電流測定用小透過パターンが形成されている透過パターン形成領域の隣接する周辺の透過パターン形成領域には透過パターンが形成されていない透過マスク板を備えていることを特徴とする荷電粒子ビーム露光装置。

【請求項10】一の透過パターン形成領域に電流測定用小透過パターンが形成されていると共に、この電流測定用小透過パターンが形成されている透過パターン形成領域の隣接する周辺の透過パターン形成領域には透過パターンが形成されていないことを特徴とする透過マスク板。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電子ビームや、イオンビーム等、いわゆる荷電粒子ビームを使用して露光を行う荷電粒子ビーム露光方法及び装置、並びに、これら荷電粒子ビーム露光方法及び装置に使用する透過マスク板に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、荷電粒子ビーム露光装置、例えば、集積回路の製造工程において使用される電子ビーム露光装置として、透過マスク板（以下、ブロックマスクという）を使用してなる露光、いわゆるブロック露光を行うことができるように構成されたものが提案されており、図16は、その要部を概略的に示している。

【0003】図16中、1は電子ビームを発生する電子銃、2は電子銃1から発生された電子ビーム、3～9は磁界によるレンズ作用を利用して電子ビーム2を集束させる電子レンズであり、特に、7は縮小レンズ、8、9は投影レンズと称されるものである。

【0004】また、10は電子ビーム2を矩形に整形するための矩形スリット11を設けてなる矩形スリット

## 4

板、12は電子ビーム2の光軸の矩形スリット11に対する位置を調整するためのアライメントコイルである。

【0005】また、13は所定のマスク移動機構（図示せず）を介して水平方向に移動可能とされたブロックマスクであり、このブロックマスク13は、図17にその概略的平面図を示すように構成されている。

【0006】図17中、14はエリアと称される領域であり、このエリア14の選択は、ブロックマスク13を図上、水平に移動させることにより行われる。

10 【0007】また、図18は1個のエリア14を示しており、各エリア14はブロック15と称される領域を設けて構成されており、各ブロック15には、例えば、図19に示すような透過パターン（以下、ブロックパターンという）16～19が形成されており、ブロックの選択は、後述するマスクデフレクタにより行われる。

20 【0008】また、図16において、20は矩形スリット11によって矩形に整形された電子ビーム2をブロックマスク13上で比較的小さく、例えば、500μm以内の範囲で偏向を行う可変矩形整形用のスリットデフレクタと称される偏向器である。

【0009】また、21～24は電子ビーム2をブロックマスク13上で比較的大きく、例えば、5mm以内の範囲で偏向し、同一エリア内のブロックパターンの選択を行う場合に使用されるマスクデフレクタと称される偏向器であり、特に、21は第1マスクデフレクタ、22は第2マスクデフレクタ、23は第3マスクデフレクタ、24は第4マスクデフレクタと称される。

30 【0010】また、25は電子ビーム2の通過、遮断を制御するブランピング電極、26は円形の開孔が形成されている円形アパーチャ、27は電子ビーム2の露光対象物上での位置決めを行うサブデフレクタ（副偏向器）、28は露光対象物であるウエハであり、電子ビーム2の露光対象物上での位置決めを行うメインデフレクタ（主偏向器）は、その図示を省略している。

【0011】この電子ビーム露光装置において、ブロック露光が行われる場合には、矩形スリット11によって矩形に整形された電子ビーム2をブロックマスク13に形成されたブロックパターンによって所望の形状に整形され、これがウエハ28上に照射される。

40 【0012】ここに、電子銃1から発生された電子ビーム2の光軸の矩形スリット11に対する位置は、アライメントコイル12による偏向によって決定されるが、従来、アライメントコイル12に流すべき電流の電流値は、試料電流値（ウエハ28に流れる電流の電流値）が最大となる値、即ち、矩形スリット11を透過する電子ビーム2の電流値（スリット透過電流値）が最大となるように決定されていた。

【0013】

50 【発明が解決しようとする課題】しかし、このようなアライメントコイル12に流すべき電流の電流値の決定方

## 5

法は、矩形スリット 11 によって矩形に整形された電子ビーム 2 の電流密度分布を考慮していない。

【0014】このため、例えば、図 20 に示すように、矩形スリット 11 の中心部における電子ビーム 2 の電流密度は高く、矩形スリット 11 の周辺部における電子ビーム 2 の電流密度は低くなってしまう場合が生じてしまう。

【0015】ここに、29 はウエハ 28 上に露光されるパターンを示しているが、この場合、露光パターン 29 の中心部 30 の露光量は充分であるが、露光パターン 29 における周辺部 31 の露光量は少ないものとなってしまう、露光パターン 29 の各部を均一に露光することができず、精度の高いパターンを形成することができないという問題点があった。

【0016】このように、露光パターン 29 の各部で露光量が異なってしまう場合において、露光量が少ない部分 31 を再度露光することは、ショット数が増大し、スループットが低下してしまうので好ましいことではない。

【0017】本発明は、かかる点に鑑み、露光対象物に精度の高いパターンを形成することができ、これを、例えば、集積回路の製造工程に使用する場合には、パターン精度の高い集積回路を製造することができる荷電粒子ビーム露光方法及び装置並びにブロックマスクを提供することを目的とする。

【0018】

【課題を解決するための手段】本発明による荷電粒子ビーム露光方法は、荷電粒子ビーム発生源から発生された荷電粒子ビームを矩形スリット板に形成されている矩形スリットによって矩形に整形した後、この矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームをブロックマスクに形成されているブロックパターンによって所望の形状に整形し、このブロックパターンによって所望の形状に整形された荷電粒子ビームにより露光対象物に対する露光を行う荷電粒子ビーム露光方法であって、電流測定用小ブロックパターンが形成されてなるブロックマスクを所定の位置に配置し、矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームの電流測定用小ブロックパターンに対する種々の照射位置における試料面上での電流値を測定することにより、矩形スリットを通過する荷電粒子ビームの電流密度の分散値を算出し、荷電粒子ビーム発生源と矩形スリット板との間に設けられた偏向手段によって、分散値が最小値となるように荷電粒子ビーム発生源から発生された荷電粒子ビームの矩形スリットに対する光軸の位置を調整して露光対象物に対する露光を行うというものである。

【0019】また、本発明による荷電粒子ビーム露光装置は、荷電粒子ビーム発生源から発生された荷電粒子ビームを矩形スリット板に形成されている矩形スリットによって矩形に整形した後、この矩形スリットによって矩

## 6

形に整形された荷電粒子ビームをブロックマスクに形成されているブロックパターンによって所望の形状に整形し、このブロックパターンによって所望の形状に整形された荷電粒子ビームにより露光対象物に対する露光を行うことができるようにされた荷電粒子ビーム露光装置であって、一のブロックパターン形成領域に電流測定用小ブロックパターンが形成されていると共に、この電流測定用小ブロックパターンが形成されているブロックパターン形成領域の隣接する周辺のブロックパターン形成領域にはブロックパターンが形成されていないブロックマスクを備えて構成するというものである。

【0020】また、本発明によるブロックマスクは、一のブロックパターン形成領域に電流測定用小ブロックパターンが形成されていると共に、この電流測定用小ブロックパターンが形成されているブロックパターン形成領域の隣接する周辺のブロックパターン形成領域にはブロックパターンが形成されていないというものである。

【0021】

【作用】本発明による荷電粒子ビーム露光方法によれば、矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームの電流測定用小ブロックパターンに対する種々の照射位置における試料面上での電流値を測定することにより、矩形スリットを通過する荷電粒子ビームの電流密度の分散値を算出し、荷電粒子ビーム発生源と矩形スリット板との間に設けられた偏向手段によって、分散値が最小値となるように荷電粒子ビーム発生源から発生された荷電粒子ビームの矩形スリットに対する光軸の位置を調整するとしている。

【0022】この結果、矩形スリットを通過する荷電粒子ビームの電流密度分布を均一又は略均一となるようにすることができ、露光パターンの各部を均一な露光量で露光することができる。

【0023】また、本発明による荷電粒子ビーム露光装置によれば、矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームの電流測定用小ブロックパターンに対する種々の照射位置における試料上での電流値を測定することにより、矩形スリットを通過する荷電粒子ビームの電流密度の分散値を算出することができる。

【0024】したがって、荷電粒子ビーム発生源と矩形スリット板との間に設けられた偏向手段によって、矩形スリットを通過する荷電粒子ビームの電流密度の分散値が最小値となるように荷電粒子ビーム発生源から発生された荷電粒子ビームの矩形スリットに対する荷電粒子ビームの光軸の位置を調整し、矩形スリットを通過する荷電粒子ビームの電流密度分布を均一又は略均一となるようにし、露光パターンの各部を均一な露光量で露光することができる。

【0025】また、本発明によるブロックマスクを使用する場合には、矩形スリットによって矩形に整形された荷電粒子ビームの電流測定用小ブロックパターンに対す

る種々の照射位置における試料上での電流値を測定することにより、矩形スリットを通過する荷電粒子ビームの電流密度の分散値を算出することができる。

【0026】したがって、荷電粒子ビーム発生源と矩形スリット板との間に設けられた偏向手段によって、矩形スリットを通過する荷電粒子ビームの電流密度の分散値が最小値となるように荷電粒子ビーム発生源から発生された荷電粒子ビームの矩形スリットに対する荷電粒子ビームの光軸の位置を調整し、矩形スリットを通過する荷電粒子ビームの電流密度分布を均一又は略均一となるようにし、露光パターンの各部を均一な露光量で露光することができる。

【0027】

【実施例】以下、図1～図15を参照して、本発明による荷電粒子ビーム露光方法及び装置の一実施例について、本発明による荷電粒子ビーム露光方法及び装置を集積回路の製造に使用される電子ビーム露光方法及び装置に適用した場合を例にして説明する。

【0028】本発明の一実施例である電子ビーム露光方法を実行するためには、図1にその概略的平面図を示すブロックマスクを備え、その他については、図16に示す電子ビーム露光装置と同様に構成された電子ビーム露光装置を用意する。

【0029】この図1に示すブロックマスクを備え、その他については、図16に示す電子ビーム露光装置と同様に構成される電子ビーム露光装置が、本発明の一実施

$$\sigma = \sum_{X, Y} [i(X, Y) - i_{av}]^2$$

但し、

$$i_{av} = [\sum_{X, Y} i(X, Y)] / N$$

$i(X, Y)$  = 矩形スリット像に対するブロックマスク35の位置が  $(X, Y)$  にある場合の透過電流値。

$N = i(X, Y)$  の取得位置の数。

【0035】ここに、試料電流値  $i(X, Y)$  の分散値  $\sigma$  が小さくなるほど、矩形スリット11を通過した電子ビーム2の電流密度の均一性は高いと言えるので、本実施例においては、この試料電流値  $i(X, Y)$  の分散値  $\sigma$  を矩形スリット11を通過した電子ビーム2の電流密度の均一性を表わすパラメータ（以下、電流密度均一性パラメータという）とし、この電流密度均一性パラメータ  $\sigma$  が小さくなるように、アライメント値、即ち、アライメントコイル12に流す電流の電流値を調整する。

【0036】このアライメントコイル12に流す電流の電流値の具体的な調整方法は、図4及び図5に示すフローチャートに従って行われる。

【0037】この調整方法においては、まず、探索ステ

例である電子ビーム露光装置を構成することになる。

【0030】ここに、図1中、破線で囲まれた部分32、33<sub>1</sub>～33<sub>8</sub>、34<sub>1</sub>～34<sub>16</sub>は、1個のエリア内に設けられているブロックを示しており、ブロック32の中央部には、形状を小とする矩形の電流測定用のブロックパターン35が形成されている。

【0031】なお、ブロック33<sub>1</sub>～33<sub>8</sub>には、ブロックパターンは形成されておらず、ブロック34<sub>1</sub>～34<sub>16</sub>には、所望のブロックパターンが形成されている。

10 【0032】また、本実施例においては、電子ビーム2の矩形スリット11による像2Aに対する電流測定用のブロックパターン35の位置を図2に示すような座標系  $(X, Y)$  で定めるものとする。

【0033】そして、矩形スリット11によって矩形に整形された電子ビーム2を第1、第2マスクデフレクタ21、22によって偏向させることにより、電流測定用のブロックパターン35に対して、電子ビーム2の矩形スリット11による像2Aを図3に矢印を介して順に示す位置関係にして、各位置関係における場合のウエハ28上での電子ビーム2の電流値、即ち、試料電流値  $i(X=2, Y=2), i(1, 2) \cdots i(1, 1)$  を測定し、数1に示す式に従って、試料電流値  $i(X, Y)$  の分散値  $\sigma$  を算出する。

【0034】

【数1】

40 ップ（アライメントコイル12による電子ビーム2の偏向量）を粗調整ステップとした調整が行われ、その後、探索ステップを微調整ステップとした調整が行われる。

【0038】即ち、まず、図4に示すように、調整前の電子ビーム2の電流密度均一性パラメータ  $\sigma_b$  を計測し（ステップS1）、続いて、探索ステップを粗調整ステップの範囲で指定し、図5に示すサブルーチン呼び出す（ステップS2）。

【0039】ここに、図5に示すサブルーチンにおいては、アライメントコイル12による電子ビーム2のX軸方向の偏向、Y軸方向の偏向のそれぞれに関し、ステップN1～N6を実行する。

50 【0040】まず、「調整対象（アライメントコイル1

2のうち、電子ビーム2をX軸方向に偏向させるためのコイル又は電子ビーム2をY軸方向に偏向させるためのコイル)のレジスタ(電子ビーム2の偏向位置を示すデータを格納するレジスタ)の初期値-2×探索ステップ」の値を探索開始点(アライメントコイル12により電子ビーム2を偏向する最初の位置)  $s_{tr}$  として設定する(ステップN1)。

【0041】次に、試料電流値  $i$  (X、Y)を測定する電流計のレンジを設定し(ステップN2)、 $s_{tr}$ 、 $s_{tr} + \text{探索ステップ}$ 、 $s_{tr} + 2 \times \text{探索ステップ}$ 、 $s_{tr} + 3 \times \text{探索ステップ}$ 、 $s_{tr} + 4 \times \text{探索ステップ}$ の合計5点のレジスタ値を調整対象に与え、各レジスタ値における試料電流値  $i$  (X、Y)を図3に示すようにして計測し、電流密度均一性パラメータ  $\sigma$  を計測する(ステップN3)。

【0042】次に、ステップN4、N5に示すように、ステップN3で算出した電流密度均一性パラメータ  $\sigma$  の挙動を判定し、判定結果に基づいて、必要な措置を取るようにする。

【0043】まず、電流密度均一性パラメータ  $\sigma$  を関数  $f$ 、「レジスタの値-レジスタ初期値」を  $r$  とした場合において、最小自乗法を使用して、 $f = a(r - b)^2 + c$  なる式に適合する  $a$ 、 $b$ 、 $c$  を求める。

【0044】ここに、 $a < 0$ 、 $b < 0$  の場合、即ち、関数  $f = \text{電流密度均一性パラメータ } \sigma$  が図6に示すような挙動を示した場合には、探索開始点  $s_{tr}$  を大きくすることによって電流密度均一性パラメータ  $\sigma$  の最小値を探索することができるので、この場合には、 $s_{tr} = s_{tr} + 2 \times \text{探索ステップ}$  として、再度の探索を行う(ステップN5の)。

【0045】また、 $a < 0$ 、 $b > 0$  の場合、即ち、関数  $f = \text{電流密度均一性パラメータ } \sigma$  が図7に示すような挙動を示した場合には、探索開始点  $s_{tr}$  を小さくすることによって電流密度均一性パラメータ  $\sigma$  の最小値を探索することができるので、この場合には、 $s_{tr} = s_{tr} - 2 \times \text{探索ステップ}$  として、再度の探索を行う(ステップN5の)。

【0046】また、 $a \leq 0$ 、 $b = 0$  の場合、即ち、関数  $f = \text{電流密度均一性パラメータ } \sigma$  が図8又は図9に示すような挙動を示した場合には、探索開始点  $s_{tr}$  を大きくして再度の探索を行うべきか、探索開始点  $s_{tr}$  を小さくして再度の探索を行うべきか不明であるが、電流密度均一性パラメータ  $\sigma$  が、このような挙動を示す場合にはノイズによるものとして、探索開始点を再度、 $s_{tr}$  として探索を行う(ステップN5の)。

【0047】また、 $a > 0$ 、 $b > \text{探索ステップ}$  の場合、即ち、関数  $f = \text{電流密度均一性パラメータ } \sigma$  が図10に示すような挙動を示した場合には、探索開始点  $s_{tr}$  を大きくすることによって電流密度均一性パラメータ  $\sigma$  の最小値を探索することができるので、この場合には、 $s$

$tr = s_{tr} + 2 \times \text{探索ステップ}$  として、再度の探索を行う(ステップN5の)。

【0048】また、 $a > 0$ 、 $b < -\text{探索ステップ}$  の場合、即ち、関数  $f = \text{電流密度均一性パラメータ } \sigma$  が図11に示すような挙動を示した場合には、探索開始点  $s_{tr}$  を小さくすることによって電流密度均一性パラメータ  $\sigma$  の最小値を探索することができるので、この場合には、 $s_{tr} = s_{tr} - 2 \times \text{探索ステップ}$  として、再度の探索を行う(ステップN5の)。

10 【0049】また、 $a > 0$ 、 $-\text{探索ステップ} < b < \text{探索ステップ}$  の場合には、電流密度均一性パラメータ  $\sigma$  の最小値が探索範囲が狭まったことになるので、この場合には、調整対象のレジスタに  $s_{tr} + 2 \times \text{探索ステップ}$  の値をセットして探索を終了する(ステップN5の)。

【0050】そこで、この場合には、次に、探索の終了処理を行い、調整結果の図4に示すメインルーチンへの引き渡しを行う(ステップN6)。なお、再探索が所定の再探索回数を越えた場合には、ノイズ等によって正常な探索ができなかったものとして、このサブルーチンをエラー終了させる。

20 【0051】ここに、調整結果の引き渡しを受けた図4に示すメインルーチンにおいては、アライメントコイル12に流す電流の電流値の調整後の電子ビーム2の電流密度均一性パラメータ  $\sigma_a$  を計測する(ステップS3)。

【0052】次に、 $(\sigma_a - \sigma_b) / \sigma_b$  が許容範囲内にあるか否かを判定し(ステップS4)、許容範囲内がない場合には、 $\sigma_a$  を  $\sigma_b$  として、図5に示すサブルーチンをコールする(ステップS4でNOの場合)。

30 【0053】これに対して、 $(\sigma_a - \sigma_b) / \sigma_b$  が許容範囲内にある場合には(ステップS4でYESの場合)、探索ステップを微調整ステップとして、図4、図5に示すルーチンを再び実行する。

【0054】そして、 $(\sigma_a - \sigma_b) / \sigma_b$  が許容範囲内になった場合には(ステップS4でYESの場合)、終了処理・調整結果の記録を行い、アライメントコイル12に流す電流の電流値の調整処理を終了する(ステップS5)。

40 【0055】次に、スリットデフレクタ20によって電流測定用のブロックパターン35の周囲を矩形スリット11で矩形に整形された電子ビーム2で走査し、透過電流密度マップを作成する。

【0056】ここに、例えば、図12に示すような透過電流密度マップを得た場合、この透過電流密度マップにおける透過電流密度曲線のエッジ36～39は、電流測定用のブロックパターン35の頂点の位置に対応しているといえる。

50 【0057】即ち、この場合には、電流測定用のブロックパターン35に対するスリットデフレクタ20による電子ビーム2の走査方向は、図13に示すようになって



いると判断することができる。

【0058】また、例えば、図14に示すような透過電流密度マップを得た場合は、この透過電流密度マップにおける透過電流密度曲線のエッジ40～43が、電流測定用のブロックパターン35の頂点の位置に対応しているといえる。

【0059】即ち、この場合には、電流測定用のブロックパターン35に対するスリットデフレクタ20による電子ビーム2の走査方向は、図15に示すようになっていいると判断することができる。

【0060】したがって、この場合には、透過電流密度曲線のエッジ40～43の位置関係から、スリットデフレクタ20による電子ビーム2の走査方向を図13に示すように調整することができる。

【0061】このように、本実施例によれば、矩形スリット11を通過する電子ビーム2の電流密度分布を均一又は略均一とし、ウエハ28上の露光パターンの各部を均一な露光量で露光することができるので、ウエハ28に精度の高いパターンを形成することができ、パターン精度の高い集積回路を製造することができる。

【0062】なお、上述の実施例においては、アライメントコイル12に流す電流の電流値を調整した後、スリットデフレクタ20の調整を行うようにした場合について説明したが、この代わりに、スリットデフレクタ20の調整をした後に、アライメントコイル12に流す電流の電流値を調整するようにしても良く、この場合、アライメントコイル12に流す電流の電流値を調整する場合の電子ビーム2の偏向は、第1～第4マスクデフレクタ21～24を調整している場合には、これら第1～第4マスクデフレクタ21～24により行うことができる。

【0063】

【発明の効果】以上のように、本発明による荷電粒子ビーム露光方法及び装置並びにブロックマスクによれば、矩形スリットを通過する荷電粒子ビームの電流密度分布を均一又は略均一とし、露光パターンの各部を均一な露光量で露光することができるので、露光対象物に精度の高いパターンを形成することができ、これを、例えば、集積回路の製造工程に使用する場合には、パターン精度の高い集積回路を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例である電子ビーム露光方法を実行するために用意するブロックマスクの一例を概略的に示す平面図である。

【図2】矩形スリット板の矩形スリットによって矩形に整形された電子ビームに対する電流測定用のブロックパターンの位置を示すための座標系を示す図である。

【図3】本発明の一実施例で行われるアライメントコイルに流す電流の電流値を調整する場合に行われる電子ビームの偏向を示す図である。

【図4】本発明の一実施例で行われるアライメントコ

ルに流す電流の電流値を調整する方法を示すフローチャートである。

【図5】本発明の一実施例で行われるアライメントコイルに流す電流の電流値を調整する方法を示すフローチャートである。

【図6】電流密度均一性パラメータの挙動の第1例を示す図である。

【図7】電流密度均一性パラメータの挙動の第2例を示す図である。

10 【図8】電流密度均一性パラメータの挙動の第3例を示す図である。

【図9】電流密度均一性パラメータの挙動の第4例を示す図である。

【図10】電流密度均一性パラメータの挙動の第5例を示す図である。

【図11】電流密度均一性パラメータの挙動の第6例を示す図である。

20 【図12】電流測定用のブロックパターンの周囲をスリットデフレクタによって偏向した電子ビームで走査した場合に得ることができる透過電流密度マップの一例を示す図である。

【図13】図12に示す透過電流密度マップを得た場合における電流測定用のブロックパターンに対するスリットデフレクタによる電子ビームの走査方向を示す図である。

【図14】電流測定用のブロックパターンの周囲をスリットデフレクタによって偏向した電子ビームで走査した場合に得ることができる透過電流密度マップの他の例を示す図である。

30 【図15】図14に示す透過電流密度マップを得た場合における電流測定用のブロックパターンに対するスリットデフレクタによる電子ビームの走査方向を示す図である。

【図16】電子ビーム露光装置の一例の要部を概略的に示す図である。

【図17】図16に示す電子ビーム露光装置が備えるブロックマスクを示す概略的平面図である。

40 【図18】図16に示す電子ビーム露光装置が備えるブロックマスクが設けるエリアと称される領域を示す概略的断面図である。

【図19】図16に示す電子ビーム露光装置が備えるブロックマスクが設けるブロックと称される領域を示す概略的断面図である。

【図20】アライメントコイルに流す電流の電流値を決定する従来の方法が有する問題点を説明するための図である。

【符号の説明】

(図1)

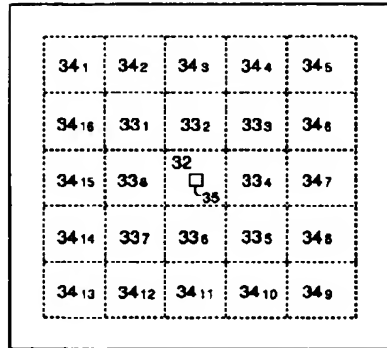
32、33<sub>1</sub>～33<sub>8</sub>、34<sub>1</sub>～34<sub>16</sub> ブロック

50 35 電流測定用のブロックパターン



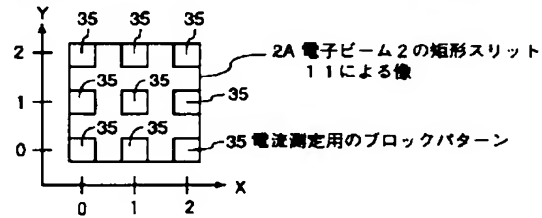
【図1】

本発明の一実施例である電子ビーム露光方法を  
実行するために用意するブロックマスク



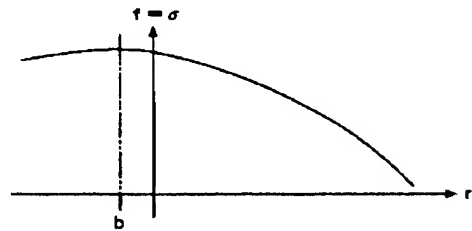
【図2】

矩形スリット11によって矩形に整形された電子ビーム2に対する  
電流測定用のブロックパターン35の位置を示すための座標系



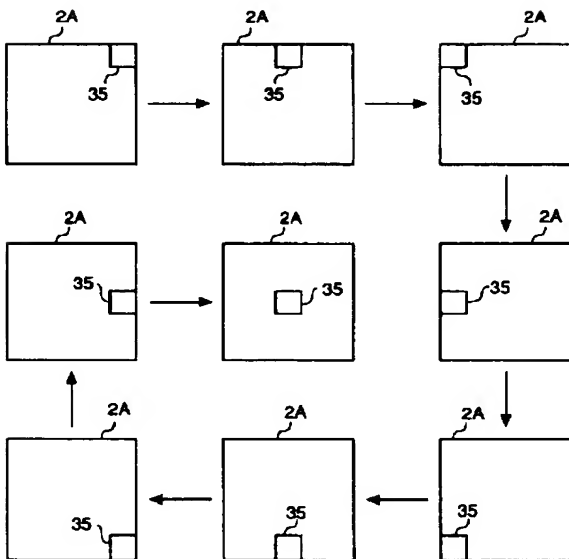
【図6】

電流密度均一性パラメータ $\sigma$ の挙動  
( $a < 0$ 、 $b < 0$ の場合)



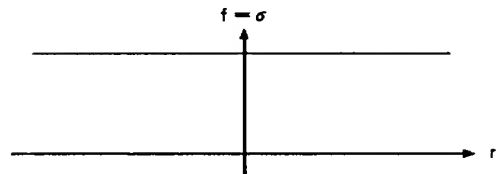
【図3】

アライメントコイルに流す電流の電流値を調整  
する場合に行われる電子ビーム2の偏向



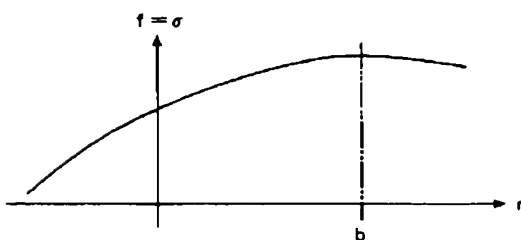
【図9】

電流密度均一性パラメータ $\sigma$ の挙動  
( $a = 0$ 、 $b = 0$ の場合)



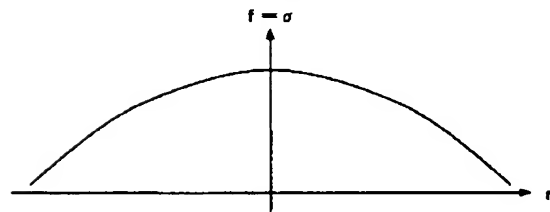
【図7】

電流密度均一性パラメータ $\sigma$ の挙動  
( $a < 0$ 、 $b > 0$ の場合)



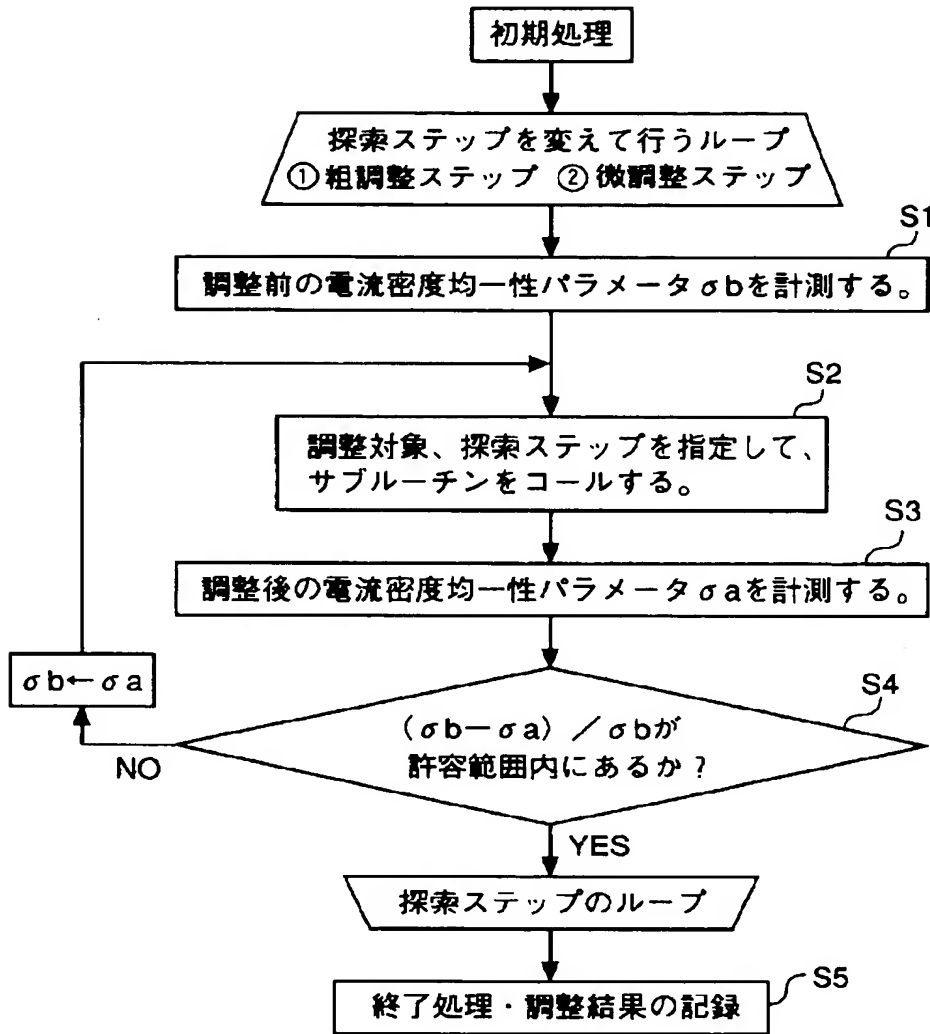
【図8】

電流密度均一性パラメータ $\sigma$ の挙動  
( $a < 0$ 、 $b = 0$ の場合)

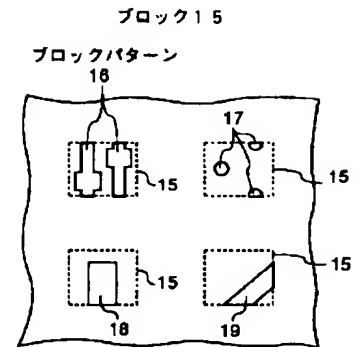


【図 4】

アライメントコイル 12 に流す電流の電流値を調整する方法

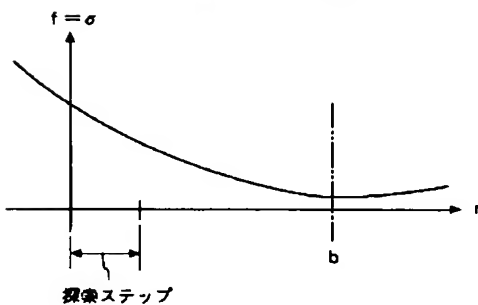


【図 19】



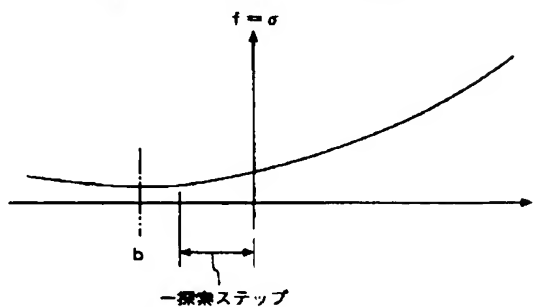
【図 10】

電流密度均一性パラメータ  $\sigma$  の挙動  
( $a > 0$ 、 $b > \text{探索ステップ}$  の場合)



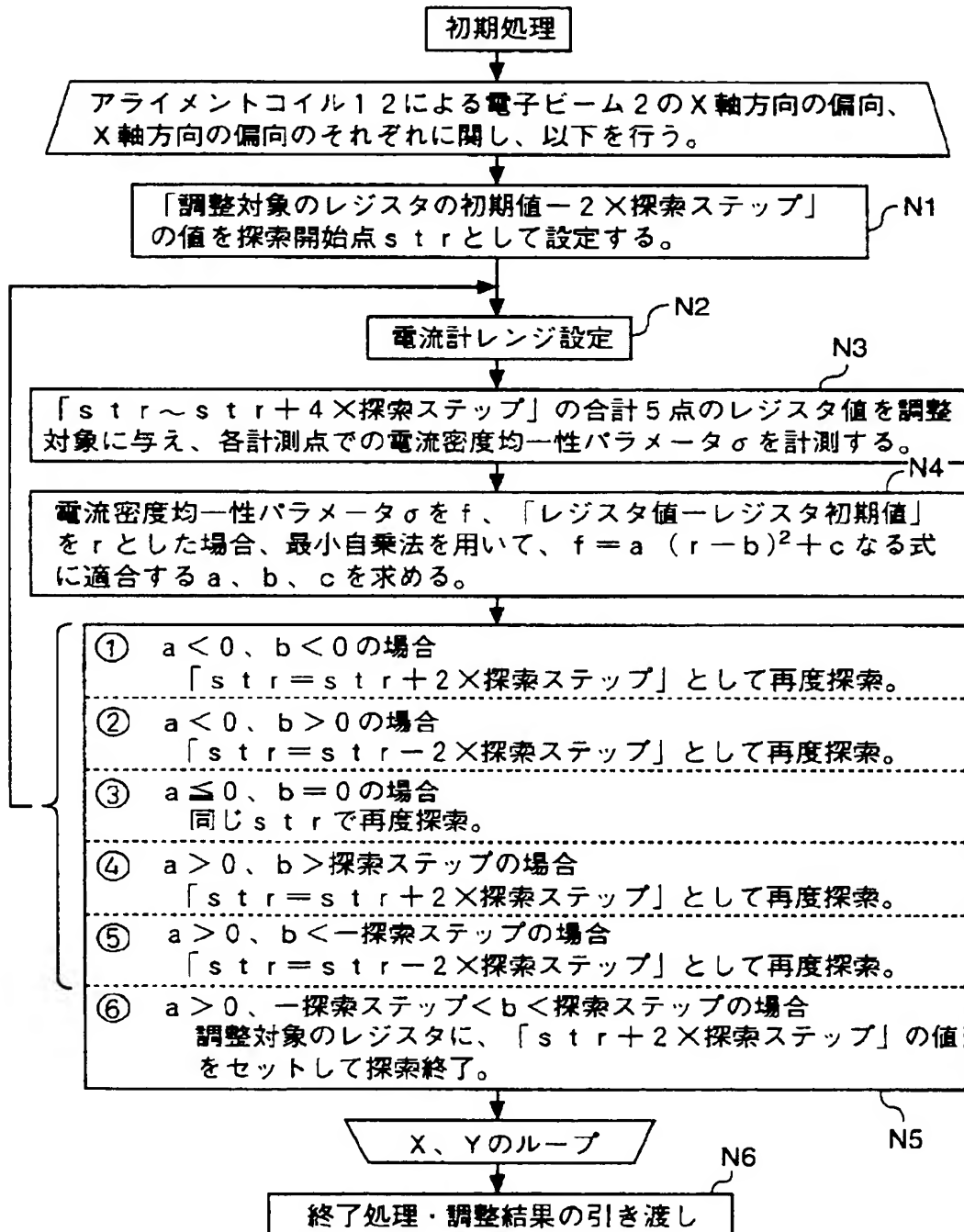
【図 11】

電流密度均一性パラメータ  $\sigma$  の挙動  
( $a > 0$ 、 $b < \text{探索ステップ}$  の場合)



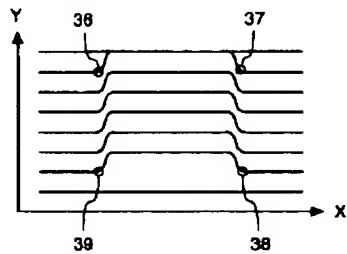
【図5】

アライメントコイル12に流す電流の電流値を調整する方法



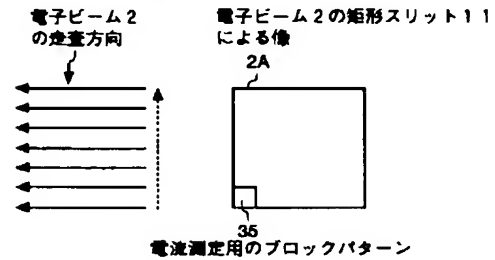
【図 12】

電流測定用のブロックパターン 35 の周囲をスリットデフレクタ 20 によって偏向した電子ビーム 2 で走査した場合に得ることができる透過電流密度マップの一例



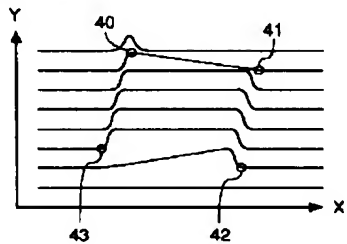
【図 13】

図 12 に示す透過電流密度マップを得た場合における電流測定用のブロックパターン 35 に対するスリットデフレクタ 20 による電子ビーム 2 の走査方向



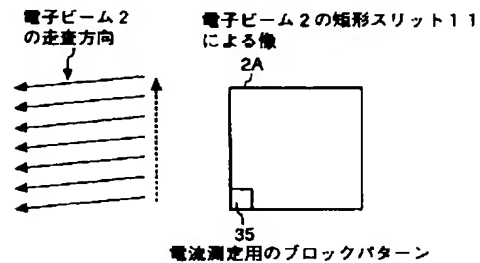
【図 14】

電流測定用のブロックパターン 35 の周囲をスリットデフレクタ 20 によって偏向した電子ビーム 2 で走査した場合に得ることができる透過電流密度マップの他の例



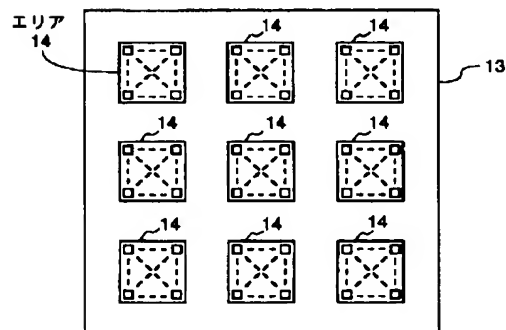
【図 15】

図 14 に示す透過電流密度マップを得た場合における電流測定用のブロックパターン 35 に対するスリットデフレクタ 20 による電子ビーム 2 の走査方向



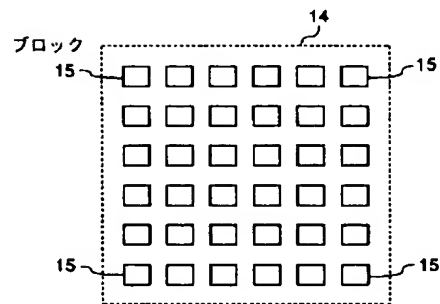
【図 17】

ブロックマスク 13



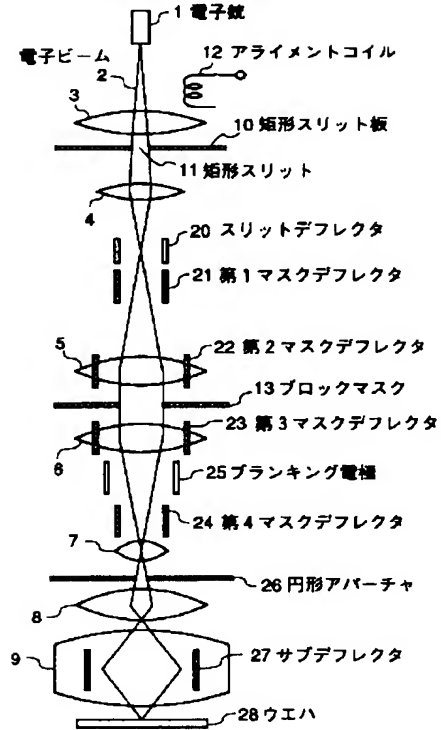
【図 18】

エリア 14



【図 16】

電子ビーム露光装置の一例の要部



【図 20】

アライメントコイル 12 に流す電流の電流値を決定する従来の方法が有する問題点を説明するための図

